

Forced stimulation method for lambda regulation for IC engine with catalyzer has forced stimulation parameters matched to engine operating temperature

Publication number: DE10206675

Publication date: 2003-05-22

Inventor: ELLMER DIETMAR (DE); LAUER THORSTEN (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: **F02D41/14; F02D41/14**; (IPC1-7): F02D41/14

- european: F02D41/14D11C; F02D41/14B12; F02D41/14D1D

Application number: DE20021006675 20020218

Priority number(s): DE20021006675 20020218

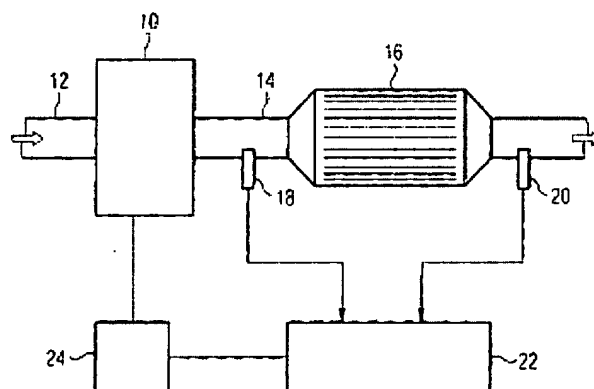
Also published as:

EP1336742 (A2)
EP1336742 (A3)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10206675

The forced stimulation method has a forced stimulation with at least one frequency and amplitude superimposed on the lambda required value, for providing weak and rich sections, the amplitude and/or frequency of the forced stimulation dependent on the operating temperature of the IC engine (10), e.g. the IC engine coolant temperature.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Patentschrift
DE 102 06 675 C 1

Int. Cl.⁷:
F 02 D 41/14

- | | | |
|-------------|--|-----------------|
| (21) | Aktenzeichen: | 102 06 675.2-26 |
| (22) | Anmeldetag: | 18. 2. 2002 |
| (43) | Offenlegungstag: | – |
| (45) | Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: | 22. 5. 2003 |

1 Made public

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

- ⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

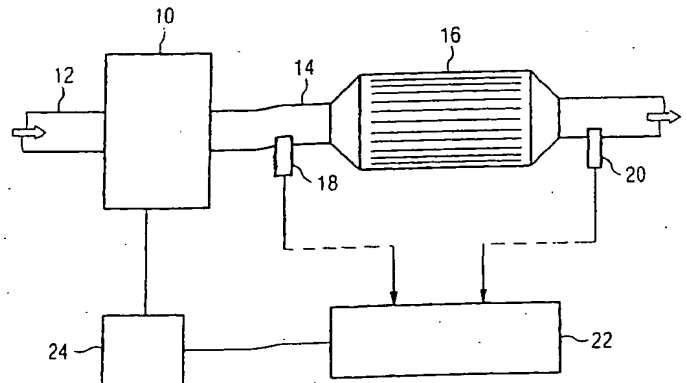
- ⑦2 Erfinder:
Ellmer, Dietmar, 93057 Regensburg, DE; Lauer,
Thorsten, 93059 Regensburg, DE

- 56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 197 44 410 C2
DE 43 44 892 C2
DE 198 44 994 A1

- ⑤4 Verfahren zur Zwangsanregung bei einer Lambda-Regelung

- 57 Verfahren zur Zwangsanzregung bei einer Lambdaregung für eine Brennkraftmaschine, bei der Frequenz und Zwangsanzregung abhängig von einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine bestimmt werden, um erhöhte Abgasemissionen zu vermeiden.



BEST AVAILABLE COPY

DE 102 06 675 C 1

THE 100 BEST

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zwangs-
anregung einer Lambdaregelung, mit dem ein Fehler bei ei-
ner Lambdasonde erkannt wird.

[0002] Aus DE 198 44 994 A1 ist ein Verfahren zur Dia-
gnose einer Lambdasonde bekannt. Bei dem bekannten Ver-
fahren wird eine stromaufwärts eines Katalysators angeord-
nete Lambdasonde diagnostiziert. Die zu diagnostizierende
Lambdasonde besitzt eine in ihrem Ausgangssignal stetige
Charakteristik. Zur Diagnose der Lambdasonde wird zu ei-
nem Lambda-Sollwert eine periodische Zwangsanregung
mit vorgegebener Frequenz und Amplitude überlagert. Ein
Modell des Lambdaregelungskreises bildet dessen Strek-
kenverhalten ab, wobei einer der Modellparameter die Sen-
sorverzögerungszeit darstellt. Aus den Amplitudenverstär-
kungen, die sich für Modell und System bei der Zwangs-
anregung ergeben, werden die Modellwerte, insbesondere der
Modellwert für die Sensorverzögerungszeit adaptiert. Die
Lambdasonde wird hierbei als defekt erkannt, wenn der
Wert für die Änderung des Modellparameters einen vorge-
gebenen Schwellenwert überschreitet. Dies bedeutet, dass
bei einer zu starken Adaption der Sensorverzögerungszeit
eine Störung der Lambdasonde erkannt wird. Auf diese
Weise kann kontinuierlich die Funktionsweise der Lambda-
sonde in dem Lambdaregelungskreis überprüft werden.

[0003] Neben dem vorstehenden spezifischen Einsatz der
Zwangsanregung kann diese vorrangig zur Steigerung des
Wirkungsgrades eines Dreiwegekatalysators eingesetzt wer-
den, wie beispielsweise in DE 43 44 892 C2 beschrieben.
Hierbei wird für die lineare Lambdaregelung der stöchiome-
trische Sollwert für die Luftzahl mit einer Zwangsanregung
beaufschlagt. Die Abweichung von dem stöchiometrischen
Sollwert besitzen abwechselnd eine Mager- und Fettver-
schiebung. Bei der Magerverschiebung wird der Sauerstoff-
speicher des Katalysators gefüllt, es wird O₂ eingelagert,
während bei der Fettverschiebung der Katalysator wieder
geleert wird. Dieser Füll- und Leervorgang ist abhängig von
der Sollwertverschiebung (Amplitude der Zwangsanregung)
und der Dauer der Verschiebung. Es ist bekannt, die
Zwangsanregung in einem zeitbasierten Ansatz mit gleicher
Amplitude und gleicher Dauer für Fett- und Mageranregung
durchzuführen.

[0004] In der DE 197 44 410 C2 ist ein Verfahren zur
Überwachung der Laufruheregelung eines Verbrennungs-
motors beschrieben. Die Laufruhe wird mit wenigstens ei-
ner über eine Regeleinrichtung regelbaren Stellgröße zur
Beeinflussung des Laufruheverhaltens geregelt. Hierzu wer-
den Messsignale, die wenigstens einer Temperatur am Kata-
lysatoren entsprechen aufgenommen und ausgewertet. Die
Auswertung erfolgt durch Vergleich mit einem Referenz-
wert der Temperatur für die Überwachung der Laufruhe.
Der Referenzwert wird mittels eines funktionalen Zusam-
menhanges abhängig von der Drehzahl und dem Drehmo-
ment des Verbrennungsmotors variiert. Die Stellgröße wird
abgeleitet von Signalen zweier Abgassensoren, von denen je
einer stromaufwärts und je einer stromabwärts des Katalysa-
tors angeordnet ist. Hierzu sind die beiden Abgassensoren
mit einer Messwerterfassung und Auswertungseinheit ver-
bunden. In dieser werden neben der Verarbeitung der übli-
chen Messsignale der Sensoren auch die Innenwiderstände
bestimmt und verarbeitet und mit einem festgelegten
Schwellenwert verglichen. Daraus wird eine Stellgröße ab-
geleitet und einem Stellglied zugeführt. Eine Zwangs-
anregung der Lambdaregelung ist in dieser Druckschrift nicht
angesprochen.

[0005] Als nachteilig an der bisherigen rein last- und dreh-
zahlabhängigen Zwangsanregung, auch als forced stimula-

tion bezeichnet, hat sich herausgestellt, dass durch die Än-
derung der Lambda-Sollwerte es zu einer erhöhten Abgas-
emission kommt, dies insbesondere bei Katalysatoren, die
über längere Zeit benutzt worden sind, oder bei Katalysato-
ren mit geringer Edelmetallbeladung.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ver-
fahren zur Zwangsanregung einer Lambdasonde in einer
Brennkraftmaschine bereitzustellen, das sich nicht nachteilig
auf die Abgasemission auswirkt und über weite Betriebs-
bereiche eine gute Abgaskonvertierung sicherstellt.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Ver-
fahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteil-
hafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteran-
sprüche.

[0008] Gemäß Anspruch 1 erfolgt die Auswahl der Werte
für Amplitude und Frequenz der Zwangsanregung abhängig
von einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine. Die-
ser Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe liegt die Er-
kenntnis zugrunde, dass die bekannte Zwangsanregung für
einige Betriebszustände zu einer schlechten Konvertierung
der Abgase führt. Indem Amplitude und Frequenz der
Zwangsanregung an die Betriebstemperatur angepasst sind,
werden erfindungsgemäß auch im Niedriglast- und Leer-
laufbereich sowie nach einem Kaltstart erhöhte Abgasemis-
sionswerte vermieden. Bevorzugt hängen die Werte für Am-
plitude und/oder Frequenz der Zwangsanregung von der Be-
triebstemperatur des Kühlwassers ab (Anspruch 2). Bisher
ist es üblich, dass die Amplitude und Frequenz der Zwangs-
anregung sich auf eine Kühlwassertemperatur von 85°C be-
ziehen. Weicht die Temperatur des Kühlwassers hiervon ab,
ergeben sich deutlich andere Konvertierungsraten für den
Katalysator und mithin ein anderes Verhalten des geschlos-
senen Lambdaregelkreises. Um eine wirkungsvolle
Zwangsanregung in dem Lambdaregelkreis durchzuführen,
ohne eine zusätzliche Erhöhung der Abgasemission zu er-
zielen, werden Frequenz und Amplitude an den geänderten
Lambdaregelkreis angepasst.

[0009] Die Werte für Amplitude und/oder Frequenz kön-
nen auch abhängig von der Temperatur des Zylinderkopfs
(Anspruch 3) und/oder der Öltemperatur (Anspruch 4) für
die Zwangsanregung bestimmt werden. Bevorzugt werden
neben der Betriebstemperatur auch die Luftmasse und die
Drehzahl vorbestimmter Temperaturwerte berücksichtigt
(Anspruch 5).

[0010] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfin-
dungsgemäßen Zwangsanregung wird anhand der nachfol-
genden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

[0011] Fig. 1 schematische Ansicht einer Brennkraftma-
schin mit Abgassystem,

[0012] Fig. 2 Verlauf einer Zwangsanregung nach dem
Stand der Technik,

[0013] Fig. 3 eine erfindungsgemäße Zwangsanregung
und

[0014] Fig. 4 Berechnung von Frequenz und Amplituden-
sollwerten.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Zwangs-
anregung wird nachfolgend anhand von Fig. 1 näher erläutert.
Eine schematisch dargestellte Brennkraftmaschine 10 saugt
über einen Ansaugtrakt 12 in Pfeilrichtung Luft an. Die aus
der Brennkraftmaschine 10 ausgetretene Luft wird über ei-
nen Abgastrakt 14 in einen Dreiwegekatalysator 16 geleitet.
Stromaufwärts von dem Katalysator 16 ist eine erste Sauer-
stoffsonde 18 vorgesehen, deren Ausgangssignal stetig von
der Luftzahl Lambda in dem Abgasstrom abhängt. Die Sauer-
stoffsensoren werden auch als Lambdasonden bezeichnet.
Stromabwärts von dem Katalysator 16 ist eine zweite Lamb-
dasonde 20 angeordnet, die den Katalysatorwirkungsgrad
überprüft und als eine lineare Sonde oder eine sogenannte

Sprungsonde ausgebildet sein kann.

[0016] Die Signale der Lambdasonden 18 und 20 werden an eine Lambdaeinstellungseinrichtung 22 weitergeleitet, die aus den beiden gelieferten Signalen auf den Wirkungsgrad des Katalysators 16 und damit auf die Konvertierung der Abgase schließt.

[0017] Die Lambdaeinstellungseinrichtung bestimmt einen Lambda-Sollwert als Stellgröße und gibt diesen an eine Motorsteuerung 24 weiter. Ferner kann die Lambdaeinstellungseinrichtung ein Modell für das Verhalten der Regelungsstrecke besitzen. Das Modell beinhaltet, als einen Modellparameter die Sensorverzögerungszeit. Wie aus DE 195 16 239 C2 bekannt, hat die Übertragungsfunktion der Lambdaeinstellungseinrichtung ein Verhalten wie das Hintereinanderschalten zweier Verzögerungsglieder erster Ordnung und einem Totzeitglied. Um eine möglichst geringe Änderung der Abgasemission bei der Zwangsanzugung zu erhalten, werden Frequenz und Amplitude abhängig von Drehzahl und Last sowie der Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine festgelegt.

[0018] In Fig. 2 ist der Lambda-Sollwert über die Zeit dargestellt. Der Lambda-Sollwert schwankt bei der bekannten Zwangsanzugung um einen Mittelwert 26, bei dem stöchiometrische Verbrennung erfolgt. Die Zwangsanzugung kann in einen fetten Teil 28 und einen mageren Teil 30 unterteilt werden. Die Amplituden 32 und 34 der jeweiligen Anregung sind gleich groß. Ebenso besitzen die magere und die fette Halbwellen 28 bzw. 30 die gleiche Dauer 36 bzw. 38.

[0019] Fig. 3 zeigt beispielhaft die Lambda-Sollwerte bei der erfindungsgemäßen Zwangsanzugung. Der Lambda-Sollwert ist hierbei zu 0,998 vorgegeben, um die Gefahr von NOx-Durchbrüchen zu verringern. Die erfindungsgemäße Zwangsanzugung besitzt eine magere Halbwellen 40, mit einer Dauer t_{mager} 42 und eine Amplitude A_{mager} 44.

[0020] An die magere Halbwellen 40 schließt sich eine fette Halbwellen 46 an. Die fette Halbwellen 46 besitzt eine Dauer t_{fett} 48 und eine Amplitude A_{fett} 50. Bei der erfindungsgemäßen Zwangsanzugung können die vier die Zwangsanzugung charakterisierenden Parameter: t_{mager} , A_{mager} , t_{fett} , A_{fett} unabhängig voneinander gewählt werden.

[0021] Die Bestimmung der Parameter wird an einem Blockschaltbild zu Fig. 4 verdeutlicht. Ein erstes Kennfeld 52 bestimmt abhängig von Drehzahl und Last die Werte für eine erste Frequenz und eine erste Amplitude. Die Frequenz ist als inverse Periodendauer definiert, wobei die Periodendauer der Zeitabschnitt einer definierten Abgaspaketfolge von mageren und fetten Abgaspaketen ist, die sich bei stationären Betriebsbedingungen (d. h. bei gleicher Abgasmenge pro Zeit und gleicher Abgaszusammensetzung) regelmäßig wiederholt. Unter Mager-/Fett-Amplitude werden die Lambdawerte von einzelnen Abgaspaketen der Abgaspaketfolge verstanden. Das Kennfeld 52 bestimmt Frequenz und Amplitude für eine erste Temperatur T_1 . Das Kennfeld 54 bestimmt abhängig von Drehzahl und Last die Werte für eine zweite Frequenz und eine zweite Amplitude. Die Tupel aus Frequenz und Amplitude werden an eine Berechnungseinheit 56 weitergeleitet. Die Berechnungseinheit 56 bestimmt abhängig von dem Istwert 58 für die Betriebstemperatur durch eine lineare oder eine nicht lineare Interpolation das Tupel von Sollwerten für Frequenz und Amplitude 60.

[0022] Die in Fig. 4 gezeigte Berechnungsweise kann ebenfalls durch ein dreidimensionales Kennfeld ersetzt werden.

[0023] Besondere Vorzüge zeigt das erfindungsgemäße Verfahren der betriebstemperaturabhängigen Zwangsanzugung auch im Zusammenhang bei einem sogenannten elektronischen Thermomanagement, bei dem die Betriebstemperatur des Motors mit dem Ziel eines geringen Kraftstoff-

verbrauchs und guter Abgaswerte gezielt variiert wird. Die Wirkungsweise des Thermomanagements wird durch eine gezielte Anpassung der Zwangsanzugung an die Betriebstemperatur unterstützt.

[0024] Der Grenzwert, mit dem die Änderung des Modellparameters gewählt wird, hängt in einer bevorzugten Ausgestaltung ebenfalls von der Betriebstemperatur ab. Zusätzlich kann der Grenzwert von der Drehzahl und der Last der Brennkraftmaschine abhängen.

[0025] Für die Zwangsanzugung können eine Rechteckschwingung oder eine sinusförmige Schwingung eingesetzt werden. Ebenfalls ist es möglich eine Zwangsanzugung mit einer sägezahnförmigen Schwingung oder einem anderen Anregungsmuster vorzusehen. Die sägezahnförmige Schwingung ist durch Amplitude, Frequenz und Anstiegszeit gekennzeichnet. Auch die Anstiegszeit kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren abhängig von der Betriebstemperatur gewählt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zwangsanzugung einer Lambdaeinstellung bei einer Brennkraftmaschine, das die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- zu einem Lambda-Sollwert wird eine Zwangsanzugung mit mindestens einer Frequenz und einer Amplitude überlagert, die einen mageren und einen fetten Abschnitt besitzt,
- die Werte für Amplitude und/oder Frequenz der Zwangsanzugung werden abhängig von einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine bestimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Werte für Amplitude und/oder Frequenz der Zwangsanzugung abhängig von der Betriebstemperatur des Kühlwassers bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Werte für Amplitude und/oder Frequenz der Zwangsanzugung zusätzlich abhängig von der Betriebstemperatur des Zylinderkopfes bestimmt werden.

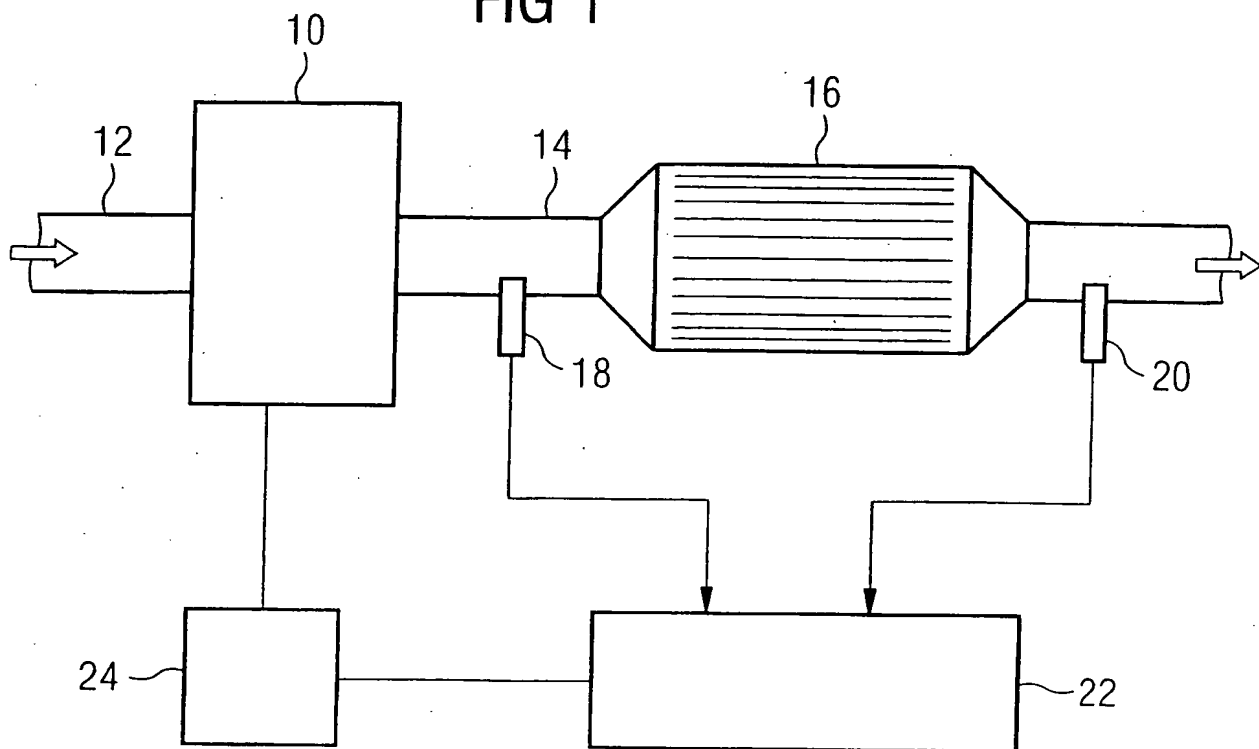
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Werte für Amplitude und/oder Frequenz der Zwangsanzugung zusätzlich abhängig von der Betriebstemperatur des Öls bestimmt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Werte für Amplitude und/oder Frequenz der Zwangsanzugung abhängig von der Luftmasse und der Drehzahl bei vorbestimmten Temperaturen bestimmt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Kennfeld (52) für eine erste Temperatur abhängig von Last und Drehzahl erste Sollwerte für Frequenz und Amplitude bestimmt und ein zweites Kennfeld (54) für eine zweite Temperatur abhängig von Last und Drehzahl zweite Sollwerte für Frequenz und Amplitude bestimmt und eine Vergleichseinrichtung (56) abhängig von der Betriebstemperatur (58) den Sollwerten für die vorliegende Betriebstemperatur interpoliert oder extrapoliert.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1



BEST AVAILABLE COPY

FIG 2

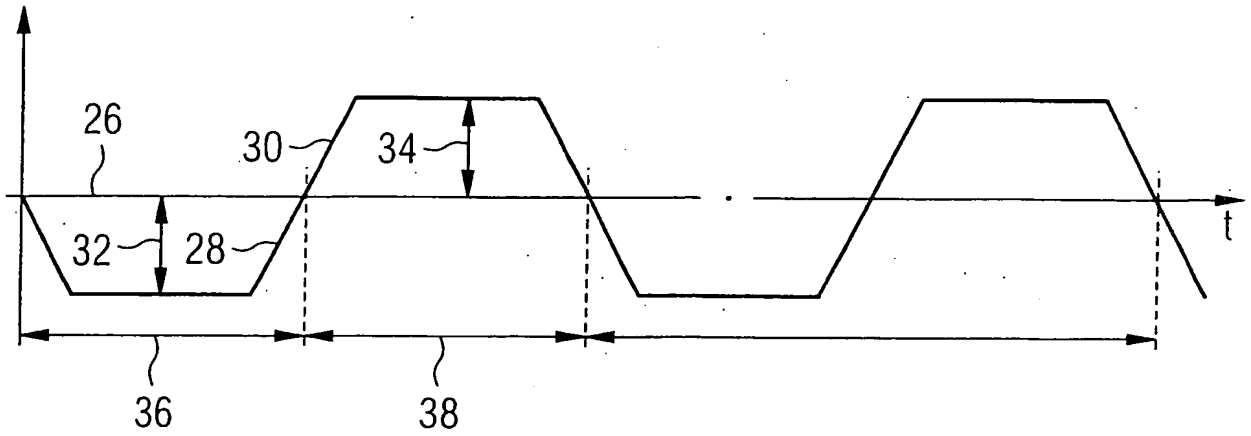


FIG 3

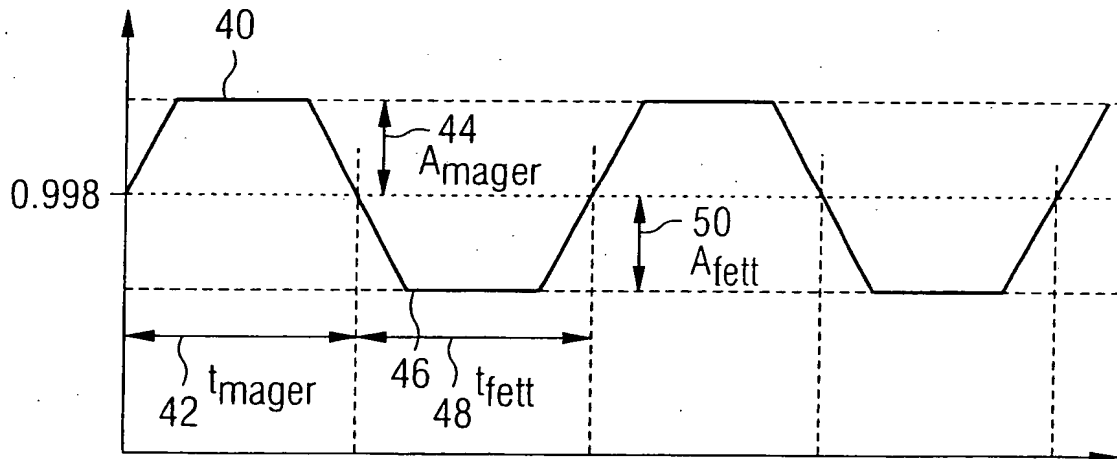


FIG 4

